



Ekspllosion i rådnetank med biogas

Hedlund, Frank Huess

Published in:
Dansk Kemi

Publication date:
2014

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Hedlund, F. H. (2014). Ekspllosion i rådnetank med biogas. *Dansk Kemi*, 95(12), 12-15.
<http://techmedia.swiflet.com/tm/dak/79/12/>

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Ekspllosion i rådnetank med biogas

En rådnetank på Vejle Centralrenseanlæg eksploderede i 1990, mens håndværkere arbejdede på taget. Nu, 24 år senere, hvor biogas er populær som aldrig før, er hændelsen fuldstændig forsvundet fra tilgængelige åbne kilder.

Af Frank Huess Hedlund, Risikoekspert COWI, ekstern lektor, risikomanagement, DTU

Naturligt forekommende bakterier danner metan ved anaerob forrådnings af organisk materiale. Gassen kendes under flere navne: Sumpgas, lossepladsgas eller biogas. I mange år har det været almindeligt på renseanlæg at føre det producerede spildevandsslam til en rådnetank. Derved omsættes noget af det organiske materiale i spildevandsslammet til biogas, som typisk driver en gasmotor og generator. Den producerede elektricitet



Det kollapsede betondæk lagde sig på rådnetankens topkegle. Under ringbjælken ses revne i tankvæggen.
Foto: Vejle Amts Folkeblad.

kan sælges, og overskudsvarmen fra gasmotoren kan udnyttes til at opvarme rådnetanken. Endvidere nedbrydes nogle af de patogene organismer under forrådnings, hvorved der sker en delvis hygiejnisering af spildevandsslammet.

Rådnetankene drives typisk ved en temperatur på enten ca. 37°C (mesofil drift) eller ca. 55°C (termofil drift). Driftstrykket er beskedent, i størrelsesordenen 50 mbar overtryk. Ved forrådnelsen dannes også kuldioxid. En typisk gasanalyse (molprocent tør gas) kan lyde på 59% metan, 39% kuldioxid, noget nitrogen, ilt og en smule svovlbrinte. Af sporgasser har særlig siloxaner teknisk interesse, idet de forbrænder til siliciumdioxid (kvarts), hvilket giver belægninger og andre driftsproblemer i blandt andet gasmotorer. Siloxanerne kommer til med spildevandet, idet de anvendes som skumdæmpende midler i bl.a. kosmetik og imprægneringsmidler.

Kombinationen af temperatur, vanddamp og kuldioxid skaber et udfordrende korrosivt miljø og pga. leve-tidsovervejelser er rådnetanke traditionelt blevet udført af beton. Det lave driftstryk tillader, at der arbejdes med andre koncepter, herunder simple beholdere overdækket med en dug af kunststof.

Biogassens høje indhold af kuldioxid har en række afledte effekter. For det første er brændværdien kun ca. det halve af naturgas, som består af ca. 98 procent metan. For det andet har gassen noget nær neutral densitet, den er altså ikke udpræget let og stiger ikke til vejrs, som naturgas gør. For det tredje udgør det tunge kuldioxidmolekyle knap 2/3 af biogassens vægt. Det betyder, at store oplag af biogas kan blive omfattet af risikobekendtgørelsen. Et anlæg er omfattet, hvis tærskel-mængden på 10 ton overskrides. Det er lidt over 8.000 Nm³, afhængig af biogassens sammensætning. Det lyder måske umiddelbart lidt besynderligt, at et gasoplag, der falder uden for definitionen på en risikovirksomhed, kan blive et sådant ved at indblende en tung inert komponent. Men sådan er det altså.

Politisk er biogas interessant som en CO₂-neutral energikilde, fordi gassen, i modsætning til bl.a. sol og vind, har den store fordel, at den kan gemmes, indtil der er efterspørgsel efter energien. Biogasudbygningen støttes derfor ved forskellige byzantinske subsidieordninger, herunder afregning af produceret elektricitet til overpris. Ambitionen er, at den samlede produktion fra biogasanlæggene skal øges fra godt 4 PJ om året i 2013 til 17 PJ i 2020.

Det vil betyde flere biogasanlæg. En af udfordringerne er at få tilstrækkelige mængder egnet substrat til rådnetankene fra affaldskilder, og undgå at skulle omdanne fødevarer til biogas. De danske renseanlæg kan derfor forventes at afsøge muligheder for at ændre driften, så det organiske stof udfældes som primærslam i stedet for at blive omsat ved aerob respiration i luftningsbassinerne.

Da biogasproduktionen er konstant døgnet over, mens el-prisen varierer i takt med efterspørgslen, kan det være økonomisk attraktivt at investere i et gaslager, så der kan produceres elektricitet i spidslastperioderne, hvor el-prisen topper. Der vil derfor også komme flere biogaslagre.

Rådnetanken

Det har været helt usædvanligt vanskeligt at fremskaffe oplysninger om denne ulykke, så den følgende beskrivelse bygger delvist på formodninger.

Det ligger fast, at Vejle Centralrenseanlæg skulle have renoveret tagbeklædningen på begge sine rådnetanke, A og B, muligvis for at få fjernet en ældre muredning af eternit.



Pyntesøjler af beton var væltet bort fra tanken. En af betonsøjlerne hang meget usikkert mod trappetårnet. Bemærk rester af udluftningsslangen, der hænger ned fra taget, samt den intakte(?) identiske rådnetank til højre.
Foto: Vejle Amts Folkeblad.

Løsningen var tagpap, altså svejsning ved brug af gasbrændere (åben ild).

De to identiske rådnetanke, A og B, står ved siden af hinanden adskilt af et trappetårn med fælles-installationer. Arbejdet starter på Tank B.

Rådnetanken har form som en cylinder med kegleformet top og bund udført af in-situ støbt armeret beton. Topkeglen hviler på en ringbjælke, som igen hviler på de lodrette betonvægge. Ydermuren er indvendigt af lecablokke, udvendigt af teglsten og den er ført op over ringbjælken som en murbrystning. Rådnetankens topdæk af beton løber vandret ud fra selve tankens topkegle til murbrystningen. Det ringformede hulrum mellem topdæk og topkegle fungerer som teknikgang og rørkanal. Af arkitektoniske årsager brydes facademuren af nogle lodrette betonbjælker (pyntesøjler), som ikke bærer nogen last. De er anbragt i muren med en lille meters mellemrum i serier på tre, kun fastgjort i det øverste betondæk og med murbindere i lecavæggen.

Planlægning

Planlægningen starter allerede den 31. maj, og eksplosionsfaren er noget af det første, der nævnes. Der afholdes to myndighedsmøder, og det besluttes at neddrøse gasproduktionen og udlufte tanken grundigt for gas, før arbejdet startes. 14 dage før bliver der ikke påfyldt nyt slam, og ugen efter bliver alle fire luger på rådnetankens tag åbnet, så gassen kan komme ud den vej.

Efter en uges udluftning bliver dækslerne lukket igen og de kontrolleres for tæthed. Det sikres, at ventil mod nabo-rådnetank A, som er i drift, er lukket og låst, og at udluftningsrør på toppen af rådnetanken er åben.

For at være helt sikker på, at der ikke kan komme gas på taget, hvor der arbejdes med åben ild, sættes der en slange på udluftningsrøret, der føres ud i luften omkring tre m over rådnetankens top. Både før og under arbejdet testes atmosfæren på arbejdsstedet med eksplosiometer. Der er intet udslag. Arbejdet

skulle også udføres, så vinden til stadighed har retning fra arbejdsstedet mod udmundingen af udluftningsslangen.

Torsdag den 16. august starter to tagdækkere med at klæbe underpap og overpap. Om fredagen sættes der ekstra kræfter ind, så arbejdet kan færdiggøres til aftalt tid den 24. august, og den dag arbejder fem tagdækkere og to murere på taget. Om mandagen kan der ikke arbejdes pga. regn, men om tirsdagen den 21. august arbejder der igen fem tagdækkere på taget.

Ekspllosion den 22. august 1990

Tirsdag morgen kl. 7.21 modtager Vejle Brandvæsen melding om kraftig eksplosion på renseanlægget, brand og indespærring af personer i ruinerne. Meldingen var ikke helt korrekt, idet der ikke var brand eller indespærrede personer, men eksplosionen var korrekt. Brandvæsenets opgave var derefter at forhindre yderligere udbredelse af skadens omfang.

Ekspllosionen bevirkede, at murbrystningen væltede, hvorefter topdækket kollapsede og lagde sig til hvile oven på rådnetankens topkegle.

På eksplosionstidspunktet var der fem tagdækkere på taget, som blev "slynget væk". To landede livsfarligt kvæstede mellem brokkerne på jorden efter et fald på omkring 15 m. To slap med overfladiske skrammer efter et kortere fald og én slap mirakuløst med skrækken. De to hårdt kvæstede overlevede, men med meget alvorlige læsioner, bl.a. i hovedet, som gav varig svær invaliditet.

Den direkte årsag til ulykken var hurtigt opklaret. Tilsyneladende var udluftningsslangen ført hen over rådnetankens topdæk, ud til kantmuren, og først her tre m i vejret. Det var en flexslange med spiral af ståltråd beklædt med plast. En tagdækker er kommet til at strejfe den med sin gasbrænder. Det har gennembrændt slangen, antændt gassen, hvorefter flammen er slået tilbage til rådnetanken. Det er så indlysende, at det næsten skærer i øjnene, skriver *Arbejdsmiljø*.

Med en risikoanalytikers øjne er det især den rene jammer, at man har gjort sig så stor umage med at blande godt med luft ind i tanken ved at åbne lugerne på taget. Først når gassen er fortyndet ned under sin øvre antændelsesgrænse, bliver den antændelig. Det nævnes ikke i kildematerialet, så det er ren spekulation, men det ser ud til, at alle implicerede har fokuseret snævert på faren for gas på taget, og at alle har været blinde for faren for antændelig gas i selve tanken, måske et eksempel på en mental fastlåsning, på *group think*.

Skader

På ulykkesstedet var der sammenskridnings- og nedstyrtningssfare. Næsten alle pyntesøjler af beton var væltet bort fra tanken. Nogle havde ramt en gasbeholder ved siden af, men selvom betondækket vistnok revnede, nævnes gasudslip ikke i kildematerialet. En af betonsøjlerne hang meget usikkert og blev vurderet til at kunne true rådnetanken, hvorefter mange tusinde m³ slam ville løbe ud og forurene en nærliggende bæk, der fører direkte ud i Vejle å. Der sivede slam ud af tanken, og der blev brugt sandsække til at forhindre slammet i at løbe ned i den nærliggende bæk. Billedmaterialet viser en revne i den lodrette betonvæg, men ikke udsivning af slam, selvom revnen må være under væskniveau(?). Det er uklart, hvordan slam løb ud ad tanken. Tilsyneladende var selve topkeglen intakt.

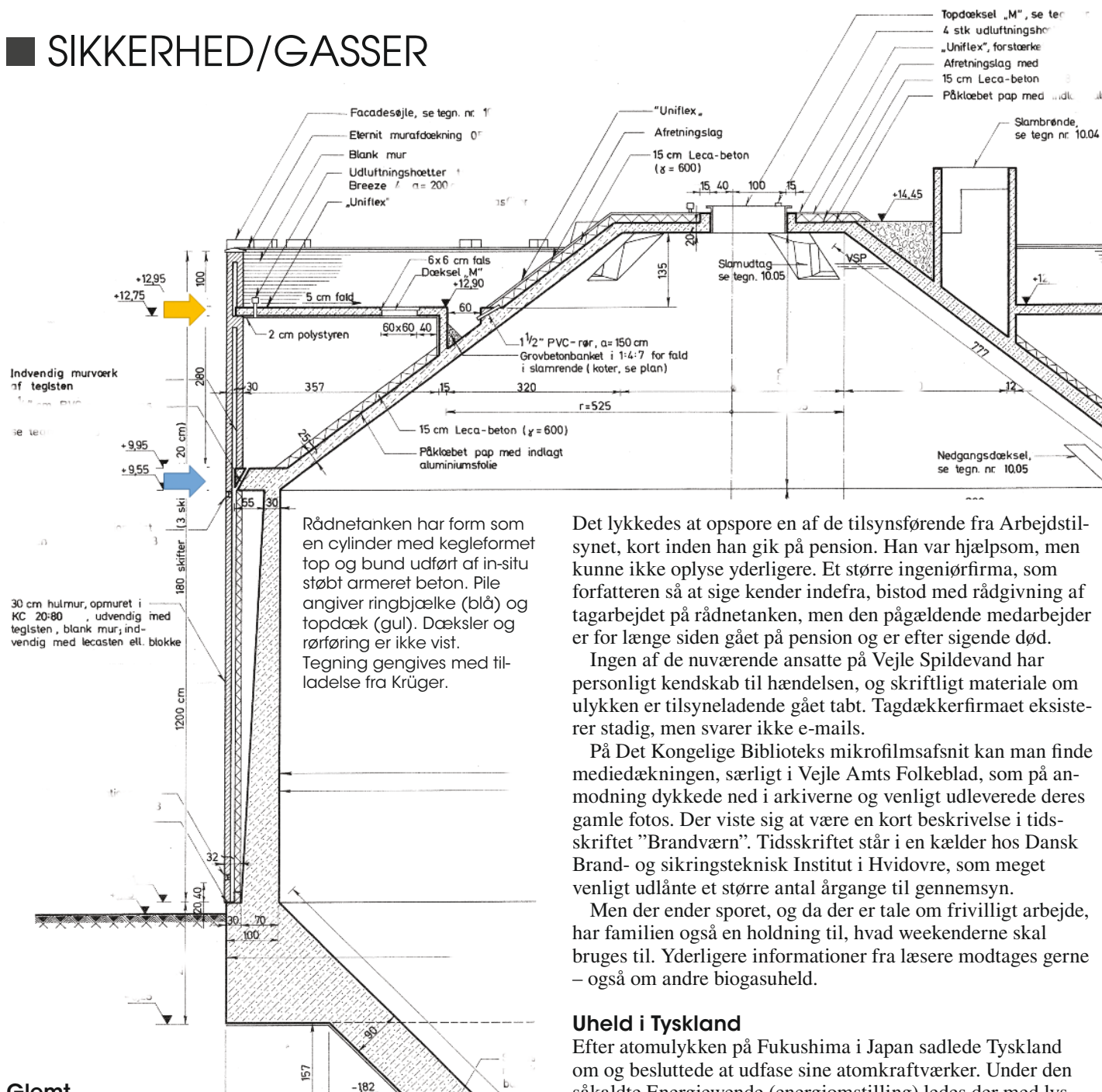
Formentlig er eksplosionen sket i selve rådnetanken. Der er vist ikke sket en eksplosion i den ringformede teknikgang. Facademuren og den øverste del af rådnetanken blev senere revet ned, men det er ikke klart, om tanken blev totalskadet. Trykbølgen havde forplantet sig til nabotankens topdæk, men der er ikke oplysninger om skadernes omfang der. På fotos kan man ikke se skader på glaspartierne i trappetårnet. ►

■ Serie om ulykker med farlige stoffer

Der er foregået en del ulykker i Danmark med farlige stoffer. Men der er ikke tradition for efterforskning og systematisk vidensdeling. Med ganske få undtagelser er dyrt høstede erfaringer i fare for at blive glemt.

Santayana har sagt, at de, der ikke kender historien, er dømt til at gentage den.

Artiklen er den fjerde i en serie, som vil råde bod på denne sorte plet ved at beskrive tidligere hændelser udvalgt for deres læringspotentiale.



Glem

Cicero er citeret for at have sagt, at ”den, der ejer en have og en bogsamling, mangler intet”. Men det er ganske længe siden, og mange virksomheder kan ikke længere have et bibliotek. Det er for dyrt, og det hele findes jo på internettet alligevel.

Danmark Tekniske Bibliotek i Lyngby har skiftet navn til Danmarks Tekniske Informationscenter, og der er ikke længere en bog i syne. Insidertip: Hold til venstre, find trappen til kælderen - der er stadig nogle bøger dernede.

Under triage, en sen aften kort før udsmidning af et fagbibliotek, dukkede et udklip op om Vejlehændelsen. I en relativt ny risikostyring af et biogasanlæg kunne man læse, at der ikke er sket uheld med biogas i Danmark. Det er forståeligt nok, for Google finder intet om ulykken i Vejle. Der er heller ikke hjælp at hente fra søgeværktøjet Rex på Det Kongelige Bibliotek eller fra Infomedia, databasen over samtlige danske medier.

På anmodning om aktindsigt udleverede Arbejdstilsynet en aktpakke på ca. 100 sider, men den er måske ikke komplet, for den dækker kun forløbet efter eksplosionsulykken, der er ingen udredning af selve ulykken. Politiet har ikke længere sine sagsakter og henviste til Landsarkivet for Nørrejylland i Viborg, som dog desværre måtte meddele, at aktpakken heller ikke findes der.

Det lykkedes at opspore en af de tilsynsførende fra Arbejdstilsynet, kort inden han gik på pension. Han var hjælpsom, men kunne ikke oplyse yderligere. Et større ingeniørfirma, som forfatteren så at sige kender indefra, bistod med rådgivning af tagarbejdet på rådnetanken, men den pågældende medarbejder er for længe siden gået på pension og er efter sigende død.

Ingen af de nuværende ansatte på Vejle Spildevand har personligt kendskab til hændelsen, og skriftligt materiale om ulykken er tilsyneladende gået tabt. Tagdækkerfirmaet eksisterer stadig, men svarer ikke e-mails.

På Det Kongelige Biblioteks mikrofilmsafsnit kan man finde mediedækningen, særligt i Vejle Amts Folkeblad, som på anmodning dykkede ned i arkiverne og venligt udleverede deres gamle fotos. Der viste sig at være en kort beskrivelse i tidskriftet ”Brandværn”. Tidsskriftet står i en kælder hos Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut i Hvidovre, som meget venligt udlånte et større antal årgange til gennemsyn.

Men der ender sporet, og da der er tale om frivilligt arbejde, har familien også en holdning til, hvad weekenderne skal bruges til. Yderligere informationer fra læsere modtages gerne – også om andre biogasuheld.

Uheld i Tyskland

Efter atomulykken på Fukushima i Japan sadlede Tyskland om og besluttede at udfase sine atomkraftværker. Under den såkaldte Energiewende (energiomstilling) ledes der med lys og lygte efter energikilder, der kan erstatte a-kraften, og som følge af nogle generøse subsidieordninger er der sket en meget kraftig udbygning af biogaskapaciteten. Der er formentlig lidt under 8.000 anlæg i Tyskland. Der er en del alvorlige ulykker på biogasanlæg i de tyske medier.

Netop fordi der er tale om medierapporter, er oplysningerne mildest talt rudimentære og usikre. En professor fra universitetet i Rostock oplyste, at der ikke er en central database over uheld med biogas. Der har været taget kontakt til forskellige andre aktører, men det er et kæmpearbejde, som ikke kan løftes for nærværende.

Der var en meget alvorlig dødsulykke på et biogasanlæg i Niedersachsen i forbindelse med aflæsning af slagteriaffald fra Holland. Under transporten havde affaldet udviklet giftig svovlbrinte (H_2S). Fire personer omkom, og en person kom svært til skade. Ulykken har egentlig ikke noget med biogas at gøre, men med transport af farlige stoffer, som vel at mærke ikke er klassificeret som farlige stoffer. Alligevel må man spørge, hvad en stor diesel (!) tankbil med hollandsk slagteriaffald laver dybt inde i Tyskland. Svaret skal formentlig søges i problemer med at få egnet substrat og i temmelig generøse subsidier, allerede før Energiewende.



Sandsække forhindrede slammet i at løbe ned i den nærliggende bæk. Bemærk væltede betonpiller over anden tank.
Foto: Vejle Amts Folkeblad.

En anden tankbil lastet med importeret hollandsk gylle var involveret i en noget mere harmløs ulykke på en gade i en forstad til Köln. Beboerne berettede, at en morgen, mens de spiste morgenmad, lød der pludseligt et brag ude på gaden, hvorefter stuen blev helt mørk. Det viste sig hurtigt, at der ikke var tale om en strømafbrydelse, men at vinduer og facader på gadens huse var blevet dækket med en såkaldt "brun klæbrig masse". Der er ingen grund til at gå i detaljer her, men årsagen var formentlig varmeudvikling og trykstigning i tankbilen.

Ved samtaler under uformelle former har repræsentanter for tyske myndigheder udtrykt bekymring for ulykkerne på biogasanlæggene. Der er mange gårdanlæg og anekdoter om landmænd, der sadler om, sælger hele kvægbesætningen, dyrker majs eller anden energiafgrøde og producerer biogas. Der hersker stor respekt om de tyske landmænds uddannelse og faglige kunnen, men samtidig også en nøgtern erkendelse af, at nogle af dem er nogle elendige gasingeniører.

Uanset hvad, vil det være en fordel, at der kommer mere opmærksomhed på sikkerhedsaspekterne ved biogasudbygningen, herunder en systematisk erfaringsopsamling.

Epilog

Tak til Vejle Amts Folkeblad for billedmateriale samt til F. Reese, Vejle Spildevand, for at stå på hovedet i kommunens fjernarkiver. Artiklen er skrevet som frivilligt arbejde og har ikke modtaget nogen støtte. Jeg udtaler mig som privatperson, ikke på vegne af mine arbejdsgivere eller andre.

E-mail:

Frank Huess Hedlund: fhhe@cowi.dk

Kilder

Aktindsigt og avisartikler.

Alligevel røg skidtet i luften. *Arbejdsmiljø* 1:13-16 (1991).

Gasekspllosion slamtank på rensningsanlæg (Vejle). *Brandværn* 1:27-28 (1991).

Riesen Schweinerei! - Gülletank explodiert in Köln-Roggendorf. Bild. (2010). (video)

Schwefelwasserstoff-Freisetzung in einer Biogasanlage. *Lfd. Nr. Sammelstelle*:151. Umweltbundesamt. (2005).

Dräger

Sikkert gennem labyrinten af farlige stoffer

Let antændelige stoffer

Arbejde med farlige stoffer kræver den største opmærksomhed. Dette skilt gør opmærksom på let antændelige stoffer. Dräger tilbyder løsninger indenfor bærbar gasdetektion, stationær gasdetektion samt flugtapparater.

Benyt dig af vores mangeårige erfaring indenfor området sikkerhed på arbejdspladsen!

www.draeger.dk

Dräger. Teknik for Livet.